

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 01-201423

(43)Date of publication of application : 14.08.1989

---

(51)Int.Cl. C21D 8/00  
C23C 8/22  
C23F 17/00

---

(21)Application number : 63-025925

(71)Applicant : TOYOTA CENTRAL RES & DEV LAB  
INC

(22)Date of filing : 05.02.1988

(72)Inventor : TANAKA TOSHIKI  
MATSUI MUNEHISA  
DANNO ATSUSHI  
SAWAMURA MASATOSHI

---

## (54) MANUFACTURE OF TOUGH CASE-HARDENING STEEL PARTS

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To manufacture tough case-hardening steel parts by subjecting a steel stock to carburizing treatment, to hot or warm plastic working, further to reheating, and then to quench-and-temper treatment.

**CONSTITUTION:** Carburizing treatment is applied to a low-alloy steel stock for carburizing to form the stock surface into high-carbon matrix structure, and then heating is applied to the above to austenitize the structure of the carburized layer. Subsequently, a part including the austenitized region is subjected to hot plastic working, such as form rolling and forging, and then to warm plastic working at a temp. in the region where the structure is composed of metastable austenite, ferrite, and pearlite or of semistable austenite and pearlite to undergo precision forming into the desired final shape, which is cooled down to a temp. where the structure is transformed into pearlite or ferrite or below prior to the following treatment. Then, rapid heating is applied to the above up to a temp. right above the austenitic temp. to austenitize the structure and, successively, quench-and-temper treatment is applied to the above, by which the highly wear-resistant case-hardening steel parts having a carburized and hardened layer of high-hardness and extremely fine austenite crystalline grains and excellent in toughness can be manufactured.

訂正有り

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平1-201423

⑬ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成1年(1989)8月14日

C 21 D 8/00  
C 23 C 8/22  
C 23 F 17/00

A-7371-4K

7371-4K

6793-4K 審査請求 未請求 請求項の数 5 (全10頁)

⑮ 発明の名称 肌焼鋼強靱部品の製造方法

⑯ 特 願 昭63-25925

⑰ 出 願 昭63(1988)2月5日

⑱ 発 明 者 田 中 利 秋 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1 株式会  
社豊田中央研究所内  
⑲ 発 明 者 松 井 宗 久 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1 株式会  
社豊田中央研究所内  
⑳ 発 明 者 団 野 敦 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1 株式会  
社豊田中央研究所内  
㉑ 発 明 者 澤 村 政 敏 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1 株式会  
社豊田中央研究所内  
㉒ 出 願 人 株式会社豊田中央研究 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1  
所  
㉓ 代 理 人 弁理士 高橋 克彦 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

肌焼鋼強靱部品の製造方法

2. 特許請求の範囲

(1) 鋼素材に塑性加工を施して肌焼鋼強靱部品を製造する方法において、

浸炭用鋼素材に浸炭処理を施し該素材の表面層を高炭素の基底組織とする浸炭処理工程と、

該浸炭処理した素材を加熱して少なくとも浸炭層を含む領域をオーステナイト化するオーステナイト化工程と、

該オーステナイト化した素材の前記領域を含む部分の熱間温度および温間温度の温度域において素材を塑性加工し所望の部品形状とする塑性加工工程と、

該塑性加工された素材の前記領域がパーライトまたはフェライトに変態する温度以下に冷却する冷却工程と、

該冷却された素材を前記基底組織のオーステナイト化温度の直上まで急速に再加熱し、該基底組織をオーステナイト化した後、直ちに焼入れ・焼戻しを行う加熱処理工程とからなることを特徴とする靱性に優れた肌焼鋼強靱部品の製造方法。

(2) 塑性加工工程が、前記オーステナイト化した素材の浸炭層を含む領域の基底組織がオーステナイトである熱間温度域において素材に塑性加工を施す第一加工工程と、次いで該組織が準安定オーステナイトとフェライトとパーライトまたは準安定オーステナイトとパーライトとなる温間温度域において該素材に塑性加工を施す第二加工工程とからなることを特徴とする特許請求の範囲第(1)項記載の肌焼鋼強靱部品の製造方法。

(3) 塑性加工工程が、前記オーステナイト化した素材から準安定オーステナイトが実質的に消滅する温度以下の温度域において該素材に塑性加工を施すことを特徴とする特許請求の範囲第(1)項記載の肌焼鋼強靱部品の製造方法。

(4) 浸炭処理工程に先立ち、予め素材に予成形

を施すことを特徴とする特許請求の範囲第(1)項記載の肌焼鋼強靱部品の製造方法。

(5) 塑性加工が、転造加工または鍛造加工であることを特徴とする特許請求の範囲第(1)項記載の肌焼鋼強靱部品の製造方法。

### 3. 発明の詳細な説明

#### (産業上の利用分野)

本発明は、肌焼鋼強靱部品を高精度かつ経済的に製造する方法に関するもので、更に詳しくは、浸炭処理を行った後、熱間温度または温間温度の温度領域で塑性加工を施し、その後再加熱し、焼入れ・焼戻し処理を行なうことにより強靱な肌焼鋼部品を製造する方法に関するものである。

#### (従来の技術およびその問題点)

従来より、高い靱性および表面硬度を要求される歯車や軸受部品等の部品は、肌焼鋼を用いて所定の形状に切削加工や塑性加工などで成形した後、最終工程で浸炭焼入れ・焼戻し処理を行うことにより製造している。

り、塑性加工後の加熱処理が短時間で実施できるため、経済的および工業的に有利となり、また、浸炭層のオーステナイト結晶粒を粒度番号9～10と微細にすることができた。しかしながら該方法では、上記結晶粒の粒度がまだ充分ではなく、肌焼鋼部品の著しい強靱化を実現することができなかった。

また、本出願人は、「高炭素鋼強靱部品の製造方法」(特願昭和62-124944号)を開発した。この方法は、素材として高炭素鋼を用い、熱間および温間の両温度領域で塑性加工した後、短時間で再加熱処理することにより高炭素鋼強靱部品を製造する方法である。これにより、得られる製品のオーステナイト結晶粒を粒度番号12～14と微細にし、部品の強靱化を図ることができた。しかしながら該方法では、対象としている材料は高炭素鋼(過共析鋼)であり、ベアリングのような大きな衝撃荷重のかからない部品には適しているが、歯車などのような耐衝撃性の要求される部品には、適用し難いなどの問題があった。

しかしながら、この浸炭熱処理は、一般に930℃～950℃の温度で数時間の加熱を要するため、浸炭層のオーステナイト結晶粒を粒度番号8程度以上に微細にすることは困難である。更に、塑性加工後に浸炭処理を行う場合には、加工歪の影響をうけてオーステナイト結晶粒の成長が生じ易いため、塑性加工後に900℃前後で2時間程度加熱する焼準処理を行う必要がある。このように、従来の浸炭部品の製造方法においては、浸炭層のオーステナイト結晶粒が比較的大きいために、浸炭層が靱性に乏しいという難点があり、また塑性加工を行った場合には、その後の焼準処理を要するために製造工程が複雑となり、経済的および省エネルギー的にも問題があった。

本出願人は、かかる従来技術の問題点に鑑み、先に、これら問題を解決した「肌焼鋼部品の製造方法」(特願昭61-183939号)を開発した。この方法は、熱間または温間の温度領域で塑性加工し、短時間で再加熱処理した後、浸炭処理を行うことにより肌焼鋼部品を製造する方法である。これによ

このように、前述の従来技術による方法およびショットピーニングなどの強靱化のための従来法では素材の強靱化に限界があり、さらに強靱な浸炭部品を製造する方法の提供が望まれていた。また、浸炭部品、特に浸炭層の強靱化を図る経済的な製造プロセスの提供が望まれていた。

そこで、本発明者等は、上述の如き従来技術の問題点を解決すべく鋭意研究し、各種の系統的実験を重ねた結果、本発明を成すに至ったものである。

#### (発明の目的)

本発明の目的は、肌焼鋼の素材を塑性加工により能率よく精密に成形するとともに、高硬度でかつ極めて微細な旧オーステナイト結晶粒の浸炭焼入れ層を有し、靱性に著しく優れた高耐摩性鋼部品を得る方法を提供するにある。

#### (発明の説明)

本発明の肌焼鋼強靱部品の製造方法は、鋼素材に塑性加工を施して肌焼鋼強靱部品を製造する方法において、浸炭用鋼素材に浸炭処理を施し該素

材の表面層を高炭素の基地組織とする浸炭処理工程と、該浸炭処理した素材を加熱して少なくとも浸炭層を含む領域をオーステナイト化するオーステナイト化工程と、該オーステナイト化した素材の前記領域を含む部分の熱間温度および温間温度の温度域において素材を塑性加工し所望の部品形状とする塑性加工工程と、該塑性加工された素材の前記領域がパーライトまたはフェライトに変態する温度以下に冷却する冷却工程と、該冷却された素材を前記基地組織のオーステナイト化温度の直上まで急速に再加熱し、該基地組織をオーステナイト化した後、直ちに焼入れ・焼戻しを行う加熱処理工程とからなることを特徴とするものである。

上記構成よりなる本発明の作用および効果は、次のようである。すなわち、本発明の肌焼鋼強韧部品の製造方法においては、先ず、浸炭処理工程において肌焼鋼素材の表面層が浸炭処理により高炭素の基地組織となり、次いで、オーステナイト化工程において該浸炭層を含む領域がオーステナ

イト化される。引き続いて、塑性加工工程において熱間温度および温間温度の温度域において素材を塑性加工することにより、塑性歪みが蓄積された基地組織を有する所望の部品形状に精密成形される。次いで、冷却工程において、この基地組織中の塑性歪みを有するオーステナイトが微細なパーライトまたはフェライトに変態する。次いで、加熱処理工程において、先ず急速に再加熱して該基地組織をオーステナイト化することにより、微細で均一なオーステナイト等軸品に変態し、更にそれが成長する前に直ちに焼入れすることにより、微細な旧オーステナイト粒の焼入れ組織となる。更に、焼戻しを行うことにより、マルテンサイトの靱性を向上することができる。

以上のようにすることにより、本発明により、延性の大きな低炭素鋼の浸炭用素材を安定に無理なく塑性加工して精密な部品に成形できる。

また、本方法により、極めて微細な旧オーステナイト結晶粒の浸炭焼入れ層を有する高靱性部品を得ることができる。

さらに、オーステナイト化工程から加熱処理工程まで、時間的に連続して実施することができるので、これらの処理を分けて実施する従来法に比べて熱エネルギーの節約を図ることができる。

(その他の発明の説明)

肌焼鋼強韧部品の製造方法に関するその他の発明について以下に述べる。

素材は、浸炭、焼入れが充分になされ得る金属材料であり、低合金の浸炭用鋼が用いられる。例えば、機械構造用炭素鋼S10C～S22C、クロム鋼SCr415、420、クロム・モリブデン鋼SCM415、418、420、ニッケル・クロム鋼SNC815、ニッケル・クロム・モリブデン鋼SNCM220、415、420、815、マンガン鋼SMn420、マンガン・クロム鋼SMnC420等、およびこれらの相当鋼が用いられる。また、結晶微粒化のために微量のAl、N、Ti、Vなどが添加された上記浸炭用鋼も用いられる。

次に、肌焼鋼強韧部品の製造方法を、それぞれ

の工程について一つの典型として温度-時間軸で模式的に展開したものを、第1図に示す。図中、(イ)は浸炭処理工程、(ロ)はオーステナイト化工程、(ハ)は塑性加工工程、(ニ)は冷却工程、(ホ)は加熱処理工程をそれぞれ示す(以下、同じ)。

次に、浸炭処理は、通常の浸炭温度で行うことができ、例えば900℃～950℃で行う。浸炭後は、焼入れ処理または空冷処理を行う。あるいは、第2図に示すように、浸炭処理後、室温まで空冷することなくオーステナイト工程(図中、(ロ)の3～4)につなげてよい。

次に、オーステナイト化工程において、加熱温度は、通常の炉中加熱では830℃～950℃程度が適当である。すなわち、加熱温度が830℃未満の場合には素材の浸炭層を含む領域をオーステナイト化することができず、また、950℃を超える場合には該温度で長時間加熱するとオーステナイト結晶粒の粗大化を生じる虞があるため、ともに好ましくない。また、高周波誘導加熱や通

電加熱などにより短時間で加熱する場合は、炉中加熱の場合よりも加熱温度を高くする必要があり、950℃～1200℃程度が適当である。オーステナイト化時間は、炉加熱では10～20分が、短時間加熱では数秒以内であることが好ましい。

次に、塑性加工工程は、塑性加工は転造加工または鍛造加工により行われ、最終的な部品の形状に精密に成形される。また、この塑性加工工程において、素材は少なくとも二段階の加工過程を経て塑性加工される。すなわち、先ず、オーステナイト化した素材の浸炭層を含む領域の基体組織がオーステナイトである熱間温度域において素材に塑性加工を施す（第一加工工程）（第1図中、Fwの時間範囲で示す領域：以下同じ）。この第一加工工程では、浸炭層を含めて素材は低変形抵抗かつ高変形能を示す。従って、低い加工圧力でかつ割れの危険性のない状態で任意に粗加工をすることができる。次いで、該組織が準安定オーステナイトとフェライトとパーライトまたは準安定オーステナイトとパーライトとなる温間温度域にお

いて該素材に塑性加工を施し、最終的に所望の部品形状に精密成形する（第二加工工程）（第1図中、Fwの時間範囲で示す領域：以下同じ）。この第二加工工程は、温間域加工ではあるが、前記第一加工工程において最終成形形状に至るために必要な加工度のうちかなりの部分の変形が完了しているため、この第二加工段階における加工度は少なく、従って、金型損傷や材料割れ等の危険性が小さく、容易に精密成形をすることができる。また、温間温度域で仕上げ加工ができるので、切削、研削加工等の後加工での材料の無駄を少なくすることができ、加工時間も短縮できるなど、極めて経済的かつ実用的に実施することができる。

この場合、第一加工工程と第二加工工程を時間間隔をおいて実施しても（第1図）、これら加工工程を連続して実施しても（第2図）、それぞれはば一定の温度に保持した状態で実施しても（第3図）よい。すなわち、この塑性加工工程では、第一加工工程において、浸炭層を含む領域の基体組織がオーステナイトの状態で行い、引き続いて、

第二加工工程において、準安定オーステナイトとフェライトとパーライトまたは準安定オーステナイトとパーライトとの混合の基体組織で行う。なお、第二加工工程における加工温度の下限は、500℃もしくはそれ以上とすることが好ましい。これにより、変形抵抗の増加と変形能の低下をできるだけ少なくすることができる。また、第二加工工程における加工度は、少なくとも20%以上、さらに望ましくは30%以上であるとよい。これにより、結晶の微細化および強靱化を効果的にすることができる。この場合、該加工度が大きいほど、結晶の微細化および強靱化を図ることができる。

また、この塑性加工工程において、前記オーステナイト化した素材から準安定オーステナイトが実質的に消滅する温度以下の温度域において該素材に塑性加工を施すことにより、次の工程である冷却工程を省略することができる。

次に、加熱処理工程において、再加熱温度は、浸炭層を含む領域の基体組織の炭素濃度によって

決定されるオーステナイト化温度の直上であり、その上限はオーステナイト化温度（ $A_1$ ）+150℃、好ましくはオーステナイト化温度+100℃程度である。また、この再加熱の時間（第1図～第3図中、H<sub>1</sub>で示す）は、オーステナイト変態が終了後数分以内とすることが好ましい。再加熱温度および再加熱時間を前記範囲内とすることにより、オーステナイト等軸品の成長（粗大化）が防止され、極めて微細かつ均一なオーステナイト等軸品の組織となる。

また、この加熱処理工程において、焼入れ・焼戻しは、冷媒を使用して焼入れを行い、適宜の条件で焼戻しを行う。

なお、前記浸炭処理工程～加熱処理工程の各工程のうち、浸炭処理工程（イ）とオーステナイト化工程（ロ）の間、および、加熱処理工程（ホ）の焼入れ処理と焼戻し処理の間には、それぞれ任意の休止時間を設けてもよい。しかし、オーステナイト化工程（ロ）と加熱処理工程（ホ）の焼入れ処理までは引き続いて実施するのが好ましく、

この間の各工程・処理の間には前記した以外の工程や処理操作を介在させない方がよい。

また、浸炭処理工程に先立ち、予め素材に予成形を施しても、以下の工程には支障がないので、必要に応じて前加工を実施することができる。

#### 〔実施例〕

以下、本発明および他の発明の実施例を説明する。

#### 第1実施例

素材として、JIS S Cr 420 (クロム鋼、0.22% C、0.23% Si、0.73% Mn、0.023% P、0.014% S、0.15% Cu、0.07% Ni、1.00% Cr、0.027% Al、0.014% N) を用いて、リング製品の転造加工を実施した。

素材は、外径44mm、内径24mm、幅20mmのリングである。

このリング素材を、930℃×6時間の浸炭処理後に室温までに冷却し、次いで850℃の電気炉中で20分間加熱処理して浸炭層を含む領域の

製品A1)。

得られたリング製品A1の寸法精度は、直径誤差±0.1mm (真円度誤差を含む) であった。また、表面仕上がりは平滑で割れ等の欠陥は全く発生しておらず、そのまま研削仕上げが十分可能であった。また、リング製品A1の硬さ分布を第4図に「A1」として示す。同図より明らかなように、表面から約0.7mmの範囲では通常熱処理品と同等の硬さが得られたことが分る。

またリング製品A1の浸炭硬化層を含む領域の旧オーステナイト結晶粒は、粒度番号で12~12.5であり、極めて微細なものが得られた。この旧オーステナイト粒は、等軸晶的で極めて均一であった。

一方、比較のために再加熱開始温度のみを加工終了温度である610℃とし、他の条件は同じにした場合 (比較例C1) には、浸炭硬化層の旧オーステナイト結晶粒度番号は9~11で、再加熱開始温度が500℃のときの上記A1の場合より粒度は低かった。

基地組織をオーステナイト化した。この場合の素材表面の炭素濃度は0.9~1.0%であり、浸炭層の有効硬化深さは1.2mmであった。従って、浸炭層の基地組織のオーステナイト化温度は状態図より少なくとも約800℃以上、内部のオーステナイト化温度は830~840℃と推定される。

この様にしてオーステナイト化した素材を、マンドレルと円筒形ローラの間で転造加工し、外径72.5mm、内径62.5mm、幅20.2mmのリング製品に成形した。この際、加工開始温度は800~820℃、加工完了温度は530~610℃であり、この間に連続して転造加工を行った。なお、ローラ押込み速度は素材1回転当たり0.1mm、加工所要時間は約7secであった。

転造加工完了後、成形品を500℃まで冷却した後、800℃の電気炉中に押入て再加熱し、素材外周部の浸炭層の基地組織がオーステナイトに変態後1~3分炉中に保持してから油冷した。次いで、160℃で2時間保持した後、水冷することにより焼戻し処理を施して製品を得た (リング

この結果より明らかなの如く、比較例C1の場合には、加工によりひずみをうけた準安定オーステナイトが多数存在し、そのまま再加熱したためにこの準安定オーステナイト粒が成長して微細なオーステナイトが得られなかったものと思われる。これに対して、本実施例のA1の再加熱開始温度500℃の場合には、ひずみをうけた準安定オーステナイトが冷却により微細なパーライト組織に変態させてから再加熱したために、A1点直上において微細なオーステナイト等軸結晶粒を得ることができたものと思われる。

次に、転造完了温度が500℃となるように転造時間を長くしたところ、転造後の冷却を行わずにすぐに再加熱を行っても、上記の再加熱開始温度500℃の場合と同様な結果が得られた。

比較のために、上記リング製品と同寸法のリングを上記素材と同材質の丸棒から切削加工し、これに同条件で浸炭焼入れ・焼戻し処理を施して比較用リング製品を得た (リング製品C2)。この比較用リング製品の旧オーステナイト結晶粒の大

きさは、粒度番号8で、上記の本実施例の場合に比べて著しく粗粒であった。なお、この通常熱処理品の硬さ分布は、第4図に「C2」として示す如く本実施例品とはほぼ同一であった。この結果より明らかなように、比較例C2の通常熱処理に比べて、本実施例のものは極めて微細な旧オーステナイト粒が得られることが分る。

次いで、上記本実施例A1と比較例C2のリング製品の圧縮試験を行った。該試験は、第5図で示すように一部を切り欠いたリング製品1を、材料試験機によって上下の圧盤2および3の間で30mm/minの速度で圧縮し、T部で破壊を生じるまでのリングのたわみ量 $\Delta L$ とその時の荷重(圧縮荷重)を測定した。その結果を、第6図に示す。同図よりあきらかのように、本実施例のA1の圧縮荷重とたわみ量は、通常熱処理品C2に比べて著しく大きく、大幅に強靱化されていることが分る。また、比較のため再加熱温度を760℃とし、それ以外は上述の本実施例(A1)と同様にし、比較用のリング製品C3を得た。このC

3を上記と同様に圧縮試験を行ったところ、圧縮を生じず、大きなたわみ量まで変形したが、浸炭層を含む領域が十分に硬化されているために、荷重は本実施例のA1の場合に比べて著しく低く、強靱化されていなかった。

## 第2実施例

第1実施例と同様の成分の素材を使用し、外径87mm、内径32mm、幅20mmの円盤状ブランクに削り出した後、950℃×4時間の浸炭熱処理を行った。有効浸炭深さは0.9mmであった。その後、ブランクの外周部(外周より約10mmの範囲)を高周波誘導加熱により30sec間で1150℃まで昇温したのち、外周部にインボリュート歯形を転造加工で連続的に成形した。

成形後の歯車諸元は、モジュール3.25、歯数25枚、ねじれ角14°、圧力角25°、基準ピッチ円直径83.7mm、外径89.5mm、全歯丈6.7mm、歯幅24mmで精度はJIS5級を満たしていた。また、成形された歯車に割れ等の欠陥は全く生じていなかった。

このとき、転造加工開始温度(表面)は1000℃で、転造完了表面温度は600℃であった。この場合、転造後に測定した浸炭層深さは、歯状転造ローラで駆動させる側(d側とする)の歯面の歯元部で0.4mm、その反対側(f側とする)では0.1mm以下と非常に薄くなった。

転造後、表面温度で500℃以下まで冷却した後、20sec間で800℃～950℃に高周波誘導加熱法で再加熱し、直ちに油冷して製品A2を得た。その時の浸炭層を含む歯部のオーステナイト結晶粒度を、第7図中のA2に示す。

また、比較のために、同一素材で同一諸元のホブ切り歯車を通常の浸炭焼入れして比較用製品C4を得た。このC4の浸炭層のオーステナイト結晶粒度を、第7図に併せて示す。図中、「C4」が本比較例を示す。

以上より明らかなごとく、本実施例の場合、オーステナイト結晶粒は再加熱温度の上昇とともに成長するが、再加熱温度が800℃～950℃であれば、充分微細なものが得られていることが分

る。

## 第3実施例

第1実施例と同様の成分の素材を使用し、外径87mm、内径44mm、歯幅14mmの円盤状ブランクに削り出した後、950℃×5時間、930℃×12時間、及び930℃×24時間の浸炭処理を施した。このとき、有効浸炭深さは1.5mmと1.8mm及び2.1mmであった。

その後、第2実施例と同様にして、ブランクの外周部にインボリュート歯形を転造加工で連続的に成形した。成形した歯車の諸元はモジュール2.75、歯数28枚、ねじれ角25°、圧力角22.5°、基準ピッチ円直径84.96mm、外径90mm、歯幅17mm、全歯丈6.67mmで精度はJIS5級を満たしていた。また、割れ等の欠陥は全く生じていなかった。

このときの転造開始温度(表面)は920℃、転造完了時表面温度は600℃であり、転造時間は約6secであった。転造後、表面温度で500℃以下まで冷却した後、30sec程度で歯の

部分を800～950℃に高周波誘導加熱法で再加熱した。この時の歯部の浸炭層を含む領域のオーステナイト結晶粒の大きさは、第2実施例の場合(第7図中「A2」)と同様であった。しかし、転造後の歯元の浸炭硬化深さは、第8図(イ)及び第9図に示す如くとなり、ブランクの有効浸炭深さを2.1mmにしても1側の歯元では極めて薄くなった。即ち、一方向回転のみで転造成形する通常の方法では1側歯元の浸炭硬化層深さを通常用いられている0.6～0.7mmとするためにはブランクの浸炭深さを極めて大きくしておく必要があり、実用的に困難である。そこで、第8図(イ)に示す状態まで歯を成形した後に転造用ローラダイスの回転方向を逆転して引き続いて成形を行うことにより第8図(イ)及び第10図に示す如くd側、f側の歯元の浸炭硬化層深さをほぼ均等にすることができた。

このように、ローラダイスを正逆転する転造成形を行えば通常の浸炭硬化層深さ0.5～0.7mmを持つ歯車を得ることができ、さらに転造後に歯部

温度を500℃以下に冷却後、引き続いて850℃まで高周波誘導加熱法で歯部を再加熱することにより浸炭硬化層を含む領域のオーステナイト結晶粒の粒度番号11～13.5(平均11.5)のものが得られた。

#### 第4実施例

第3実施例と同様の成分と形状の素材を準備し、第3実施例の場合と同様のローラダイスを用いて、浸炭処理前に第8図(イ)に示す高さの歯を熱間転造法又はホブ切り法で成形した。

この予加工品に対して950℃×5時間の浸炭処理により有効深さ1.5mmの浸炭層を形成させた。その後、第3実施例と同様にブランク外周部を950℃まで30sec間で高周波誘導加熱した後、転造加工を施して、第3実施例の場合と同様の歯元の歯車に成形した。このときの転造開始温度は表面で850℃、転造完了時表面温度は550℃であり、転造時間は約5secであった。成形品の歯車は精度はJIS5級で割れ等の欠陥は全く生じなかった。

転造後500℃まで歯部を冷却した後、850℃まで20secで高周波誘導加熱法で再加熱して油焼入れをした。その結果、いずれの予加工の場合とも、旧オーステナイト結晶粒度番号11.5の浸炭硬化深さ0.7～1mmを有する歯車が得られた。

また、第3実施例及び第4実施例のはずば歯車について、歯元曲げ疲労強度(耐久限)と歯元のオーステナイト結晶粒径の関係を静かみ合い式歯車曲げ疲労試験法によって調べた実験結果の一例を第11図に示す。

第3実施例の“途中逆転転造法”及び第4実施例の“予加工後転造成形”で両歯面の歯元の浸炭深さ0.7mmを確保するとともに微細オーステナイト粒組織の硬化層をもつ本実施例の歯車は、通常の浸炭焼入れ歯車に比べて歯元曲げ疲労強度は大幅に向上していることが分る。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図ないし第3図は本発明の工程を示す説明

図、第4図ないし第6図は第1実施例を示し、第4図は得られた製品の内部硬さ分布を示す線図、第5図は圧壊試験方法を示す部分断面図、第6図は圧壊試験結果を示す線図、第7図は第2実施例における歯車外周部の再加熱温度とオーステナイト結晶粒度番号の関係を示す線図、第8図は第3実施例における塑性加工状態を模式的に示す部分断面図、第9図および第10図は第3実施例における浸炭深さと転造後の浸炭深さの関係を示す線図、第11図は第3実施例および第4実施例における歯元曲げ疲労強度と歯元のオーステナイト結晶粒径の関係を示す線図である。

(イ) … 浸炭処理工程

(ロ) … オーステナイト化工程

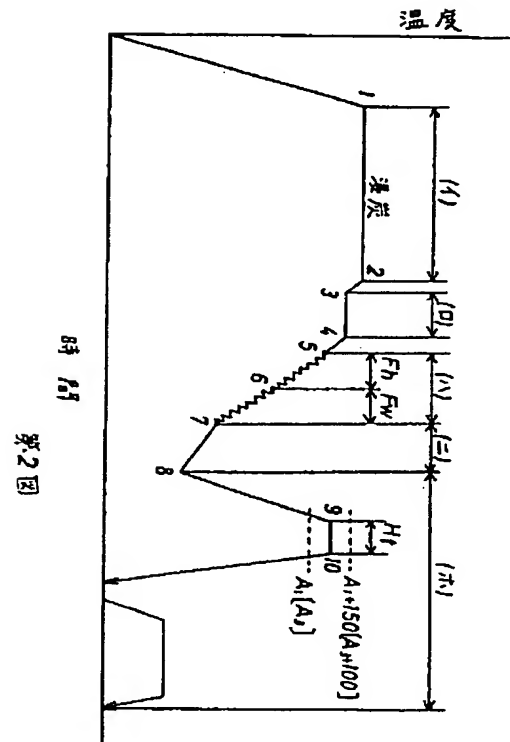
(ハ) … 塑性加工工程

(ニ) … 冷却工程

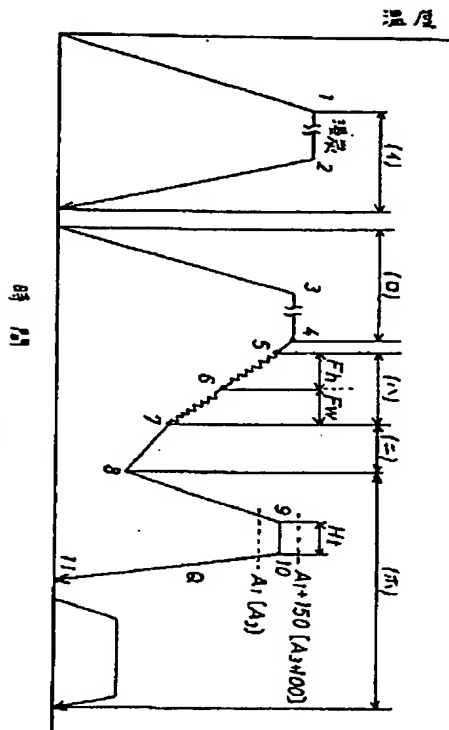
(ホ) … 加熱処理工程

A1、A2 …… 実施例

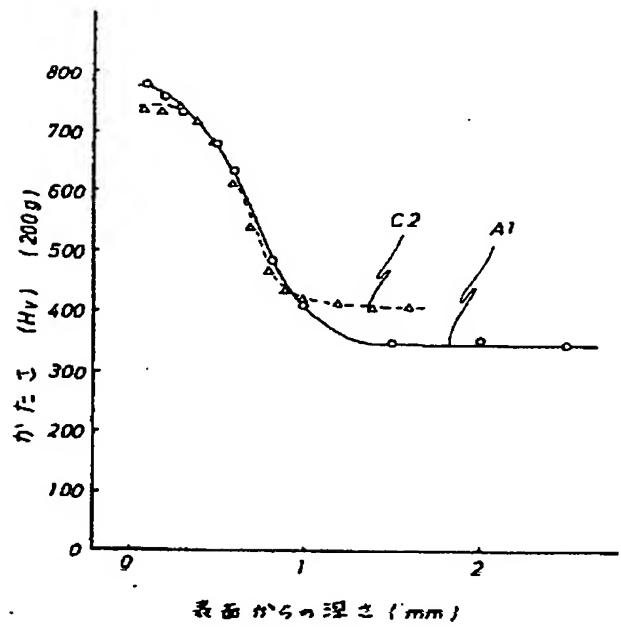
C2、C3、C4 …… 比較例



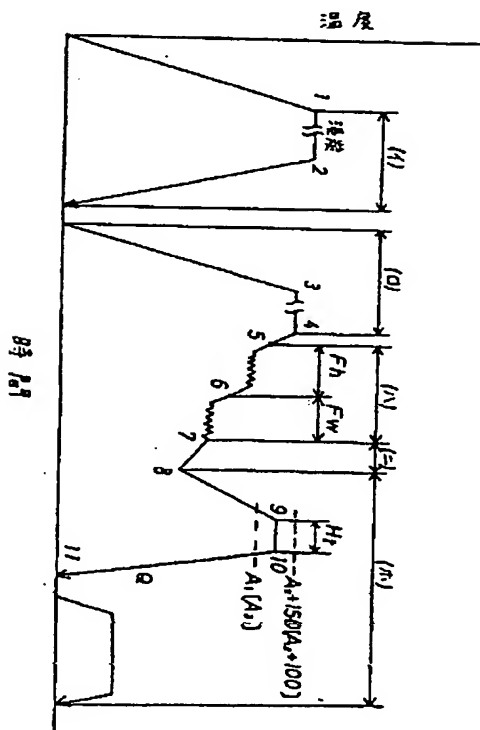
第2図



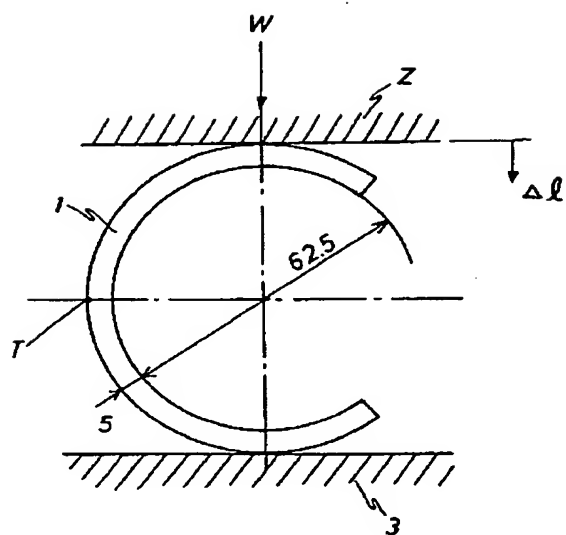
第1図



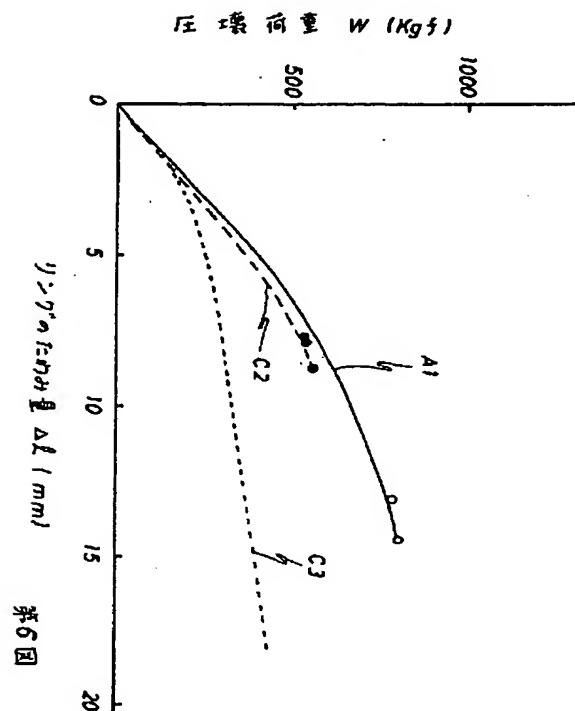
第4図



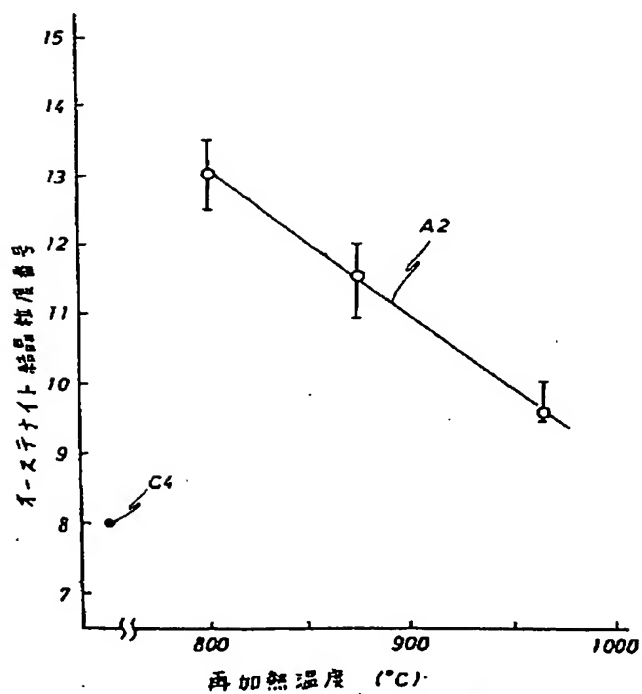
第3図



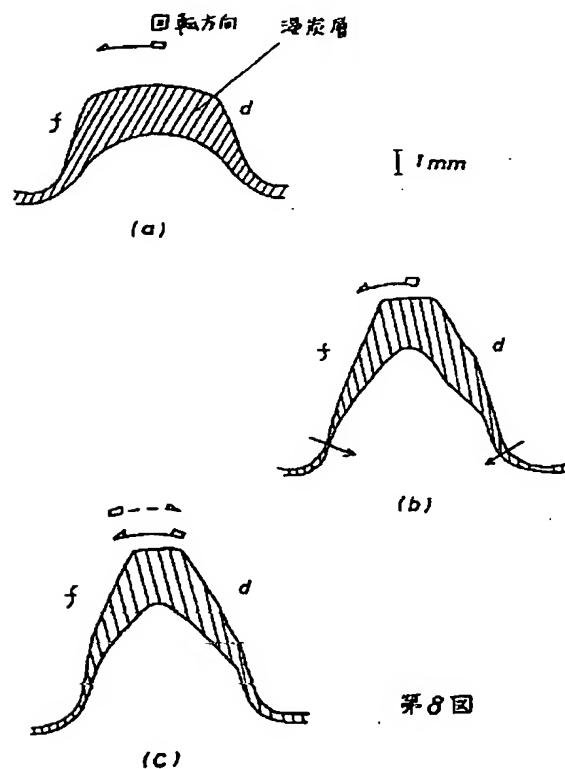
第5圖



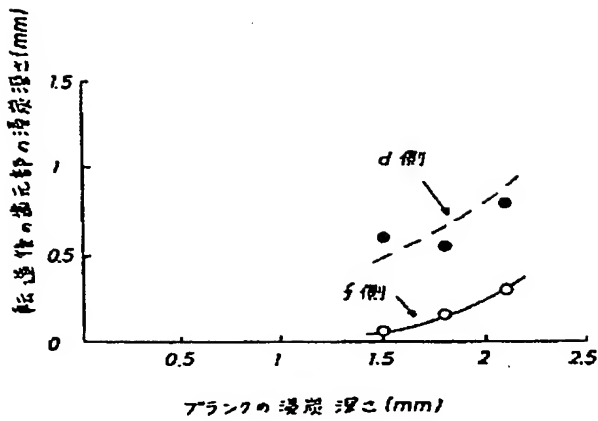
第6圖



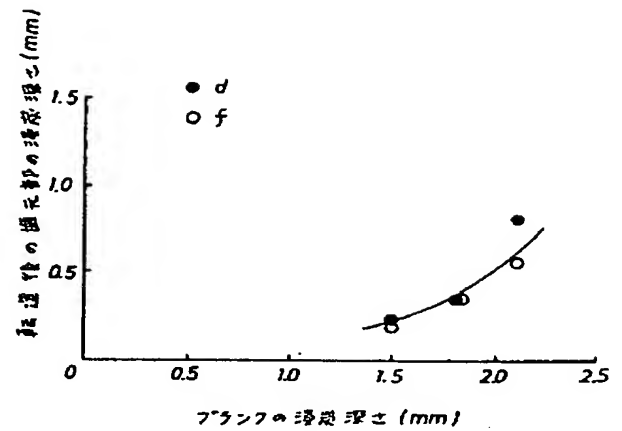
第7圖



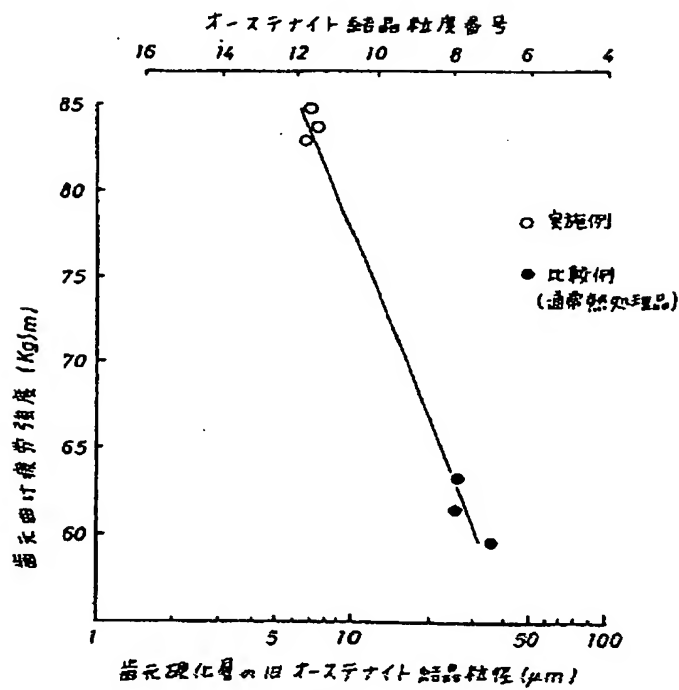
第8圖



第9図



第10図



第11図

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載  
【部門区分】第3部門第4区分  
【発行日】平成7年(1995)12月19日

【公開番号】特開平1-201423  
【公開日】平成1年(1989)8月14日  
【年通号数】公開特許公報1-2015  
【出願番号】特願昭63-25925  
【国際特許分類第6版】

C21D 8/00 A 7217-4K  
C23C 8/22 7516-4K  
C23F 17/00 8414-4K

手続補正書(目録)

平成8年12月28日

特許庁長官 殿



1. 事件の表示

昭和63年特許願第25825号

2. 発明の名称

肌焼痕強弱部品の製造方法

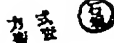
3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

愛知県愛知郡長久手町大字長瀬字横道41番地の1

(360)株式会社豊田中央研究所

代表者 上 堀 外 郎 己



4. 補正の対象

明細書の「発明の詳細な説明」の欄、および図面



5. 補正の内容

A. 明細書中の記載を次の通り補正する。

(1) 明細書第3頁第11行に「熱間温度または」とあるを「熱間温度および」と補正する。

(2) 明細書第5頁第9行に「特願昭和62-124944号」とあるを「特願昭和62-124944号」と補正する。

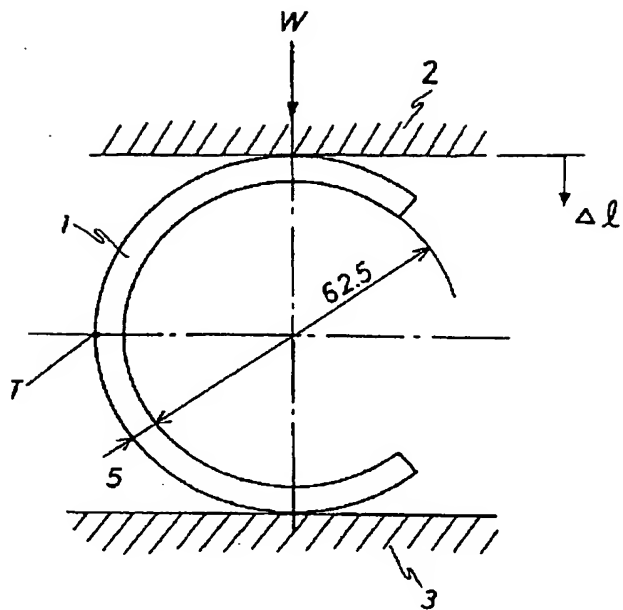
(3) 明細書第20頁第3行に「硬化されているために」とあるを「硬化されていないために」と補正する。

B. 第5図および第11図を別紙の通り補正する。

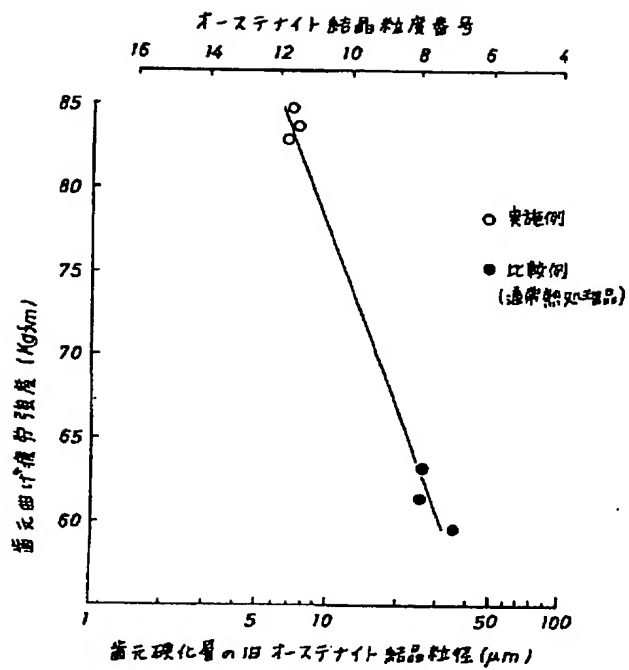
6. 添付書類の目録

補正した図面

1 通



第5図



第11図